

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2002年8月22日 (22.08.2002)

PCT

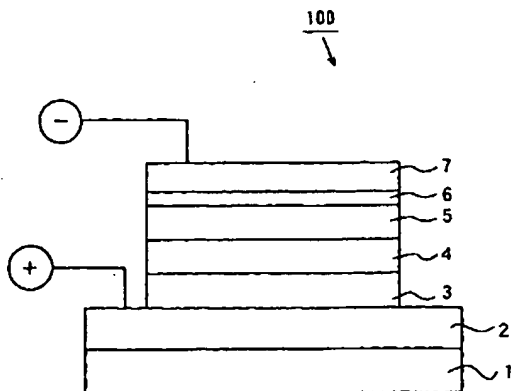
(10) 国際公開番号  
WO 02/064700 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: C09K 11/06, H05B 33/14, C07F 15/00 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP02/01162 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 浜田 祐次  
(22) 国際出願日: 2002年2月12日 (12.02.2002) (HAMADA, Yuji) [JP/JP]; 〒570-8677 大阪府 守口市  
(25) 国際出願の言語: 日本語 京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内 Osaka  
(26) 国際公開の言語: 日本語 (JP). 松末 哲征 (MATSUSUE, Noriyuki) [JP/JP]; 〒  
(74) 代理人: 福島 祥人 (FUKUSHIMA, Yoshito); 〒564-0052  
大阪府 吹田市 広芝町4番1号江坂・ミタカビル6階  
Osaka (JP).  
(30) 優先権データ: (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,  
特願2001-36634 2001年2月14日 (14.02.2001) JP BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,  
特願2002-30753 2002年2月7日 (07.02.2002) JP DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三洋電 ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,  
機株式会社 (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO,  
〒570-8677 大阪府 守口市 京阪本通2丁目5番5号 NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,  
Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE DEVICE, LUMINESCENT MATERIAL, AND ORGANIC COMPOUND

(54) 発明の名称: 有機エレクトロルミネッセンス素子、発光材料および有機化合物



(57) Abstract: An organic EL device in which a hole injection electrode, a hole injection layer, a hole transport layer, and a luminescent layer are formed on a glass substrate in order. An electron injection electrode is formed on the luminescent layer. The luminescent layer contains an organic iridium compound produced from a quinoline derivative and iridium, which emits red or orange light in transition through a doublet excited state.

(57) 要約:

有機EL素子においては、ガラス基板上にホール注入電極が形成され、その上にホール注入層、ホール輸送層および発光層が順に形成されている。発光層上には電子注入電極が形成されている。発光層は、キノリン誘導体とイリジウムとから合成される有機イリジウム化合物を含む。この有機イリジウム化合物は、三重項励起状態を経由して赤色～橙色発光することが可能である。



TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA,  
ZM, ZW.

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

有機エレクトロルミネッセンス素子、発光材料および有機化合物

## 5 技術分野

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子、発光材料および有機化合物に関する。

## 背景技術

- 10 有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機EL素子と称する）は、新しい自己発光型素子として期待されている。有機EL素子は、ホール注入電極と電子注入電極との間にキャリア輸送層（電子輸送層またはホール輸送層）および発光層が形成された積層構造を有している。

- 15 ホール注入電極としては、金またはITO（インジウムスズ酸化物）のような仕事関数の大きな電極材料が用いられ、電子注入電極としては、Mg（マグネシウム）またはLi（リチウム）のような仕事関数の小さな電極材料が用いられる。

- また、ホール輸送層、発光層および電子輸送層には有機材料が用いられる。ホール輸送層にはp型半導体の性質を有する材料が用いられ、電子輸送層にはn型  
20 半導体の性質を有する材料が用いられる。発光層も、電子輸送性またはホール輸送性のようなキャリア輸送性を有するとともに、蛍光または燐光を発する有機材料により構成される。

これらのホール注入電極、ホール輸送層、発光層、電子輸送層および電子注入電極はこの順に積層され、有機EL素子が形成される。

- 25 なお、用いる有機材料によって、ホール輸送層、電子輸送層および発光層の各機能層が複数の層により構成されたり、または省略されたりする。

例えば、Chihaya Adachi et al., Appl. Phys. Lett., Vol. 55, pp. 1489-1491 (1989) に示された素子構造では、ホール注入電極と電子注入電極との間に発光層および電子輸送層の2層の有機層しか存在しない。それは、NSDという発光材

料により構成された発光層が良好なホール輸送性を有しているので、発光層がホール輸送層も兼ねているからである。

また、C. W. Tang et al., Appl. Phys. Lett., Vol. 51, pp. 913-915 (1987) に示された素子構造は、ホール輸送層および発光層の2層の有機層から構成されている。この場合、発光層のトリス(8-ヒドロキシキノリナト)アルミニウム(以下、Alqと呼ぶ)が発光および電子輸送の2つの役割を果たしている。

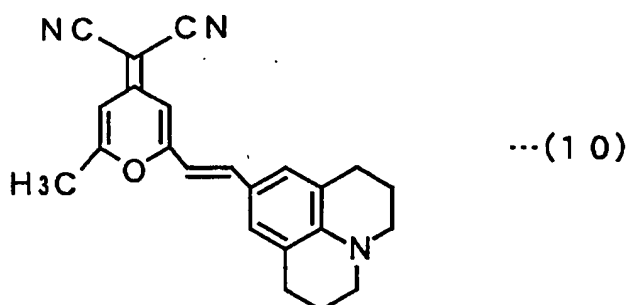
一方、S. A. VanSlyke et al., Appl. Phys. Lett., Vol. 69, pp. 2160-2162 (1996) に示された素子構造は、ホール注入層、ホール輸送層および発光層の3層の有機層から構成されている。この場合、ホール注入層は銅フタロシアニンから構成され、ホール輸送層と同様の働きを示し、素子全体では、ホール輸送層が2層存在することになる。

このように、用いる有機材料によって、電子輸送層、ホール輸送層および発光層の構成数を自由に調整することができる。

有機EL素子においては、発光層を構成する有機材料を選択することにより、青色から赤色までの可視光を得ることが可能である。したがって、光の3原色(RGB)である赤色、緑色および青色の各単色光を発する有機EL素子を用いることにより、フルカラー表示を実現することが可能となる。

有機EL素子により得られる赤色光、緑色光および青色光の中で安定な光は緑色光および青色光である。これに対して、赤色～橙色の光においては、高輝度で発光効率の高い光を得ることが困難である。これは、効率良く赤色～橙色の蛍光または燐光を発する固体の有機材料が存在しないためである。

例えば、赤色～橙色発光する有機EL素子の発光層の有機材料としては、主として下記式(10)で表される構造を有する(4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-6-ジュロジン-4-イル-ビニル)-4H-ピラン((4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-julodin-4-yl-vinyl)-4H-pyran :以下、DCMと称する)等のレーザー色素系材料であるDCM系材料が用いられる。しかしながら、このようなDCM系材料を用いた有機EL素子においては、発光効率の向上を図ることが困難である。



## 発明の開示

本発明の目的は、高い輝度の赤色～橙色光を高い発光効率で得ることが可能な有機EL素子を提供することである。

本発明の他の目的は、高い輝度の赤色～橙色光を高い発光効率で得ることが可能な発光材料を提供することである。

本発明のさらに他の目的は、高い輝度の赤色～橙色光を高い発光効率で得ることが可能な有機EL素子に用いられる有機化合物を提供することである。

10 本発明の一局面に従う有機エレクトロルミネッセンス素子は、ホール注入電極と電子注入電極との間に発光層を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、発光層は、イリジウムとキノリン誘導体とから構成される化合物を含むものである。

15 本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子においては、発光層がイリジウムとキノリン誘導体とから構成される化合物を含んでいる。

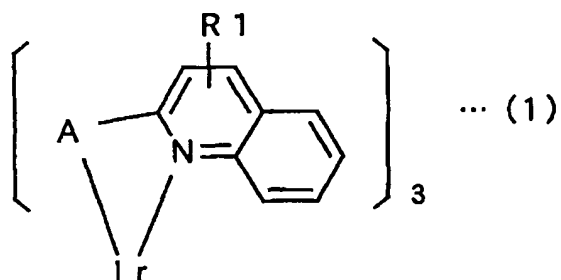
ここで、イリジウムとキノリン誘導体とから構成される化合物は、三重項励起状態を経由して発光することが可能な材料であるため、上記の有機エレクトロルミネッセンス素子の発光層においては、通常は有効に利用することができない三重項励起状態を有効に利用して赤色～橙色発光することが可能となる。

20 このため、上記の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、高輝度の赤色～橙色発光を高い発光効率で実現することが可能となる。

なお、上記の有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光層は、それ自体がイリジウムとキノリン誘導体とから構成される化合物から構成されてもよい。あるいは、発光層にドーパントとしてイリジウムとキノリン誘導体とから構成さ

れる化合物が添加されていてもよい。

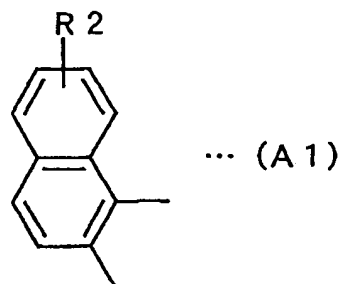
イリジウムとキノリン誘導体とから構成される化合物は、下記式（１）で表される分子構造を有し、式（１）中の $R_1$ は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、 $A$ は置換基であることが好ましい。



5

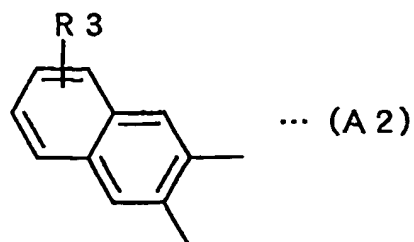
このような分子構造を有する化合物から構成される発光層においては、三重項励起状態を経由して赤色～橙色発光することが可能となる。したがって、高輝度な赤色～橙色発光を高い発光効率で実現することが可能となる。

式（１）で表される化合物においては、 $A$ が下記式（ $A_1$ ）で表される分子構造を有し、式（１）中の $R_2$ は水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。

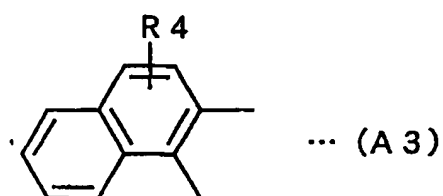


また、式（１）で表される化合物は、 $A$ が下記式（ $A_2$ ）で表される分子構造を有し、式（ $A_2$ ）中の $R_3$ は水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。

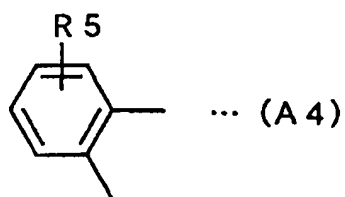
15



また、式（１）で表される化合物は、Aが下記式（A 3）で表される分子構造を有し、式（A 3）中のR 4は水素原子、ハロゲン原子または置換基であっても  
5 よい。



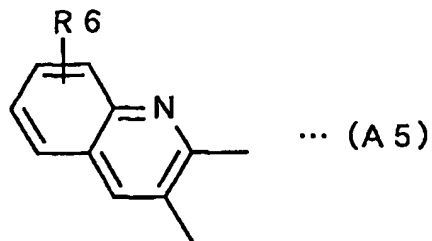
また、式（１）で表される化合物は、Aが下記式（A 4）で表される分子構造を有し、式（A 4）中のR 5は水素原子、ハロゲン原子または置換基であっても  
よい。



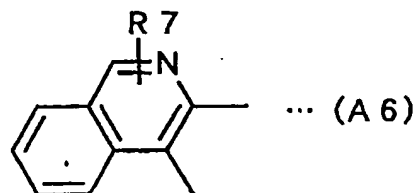
10

また、式（１）で表される化合物は、Aが下記式（A 5）で表される分子構造を有し、式（A 5）中のR 6は水素原子、ハロゲン原子または置換基であっても  
よい。

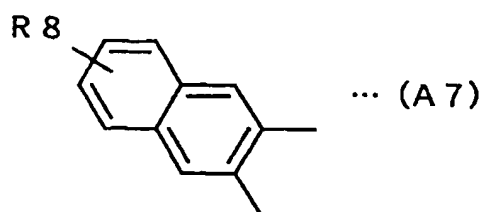
15



また、式（１）で表される化合物は、Aが下記式（A 6）で表される分子構造を有し、式（A 6）中のR 7は水素原子、ハロゲン原子または置換基であっても  
5 よい。



また、式（１）で表される化合物は、Aが下記式（A 7）で表される分子構造を有し、式（A 7）中のR 8は水素原子、ハロゲン原子または置換基であっても  
よい。

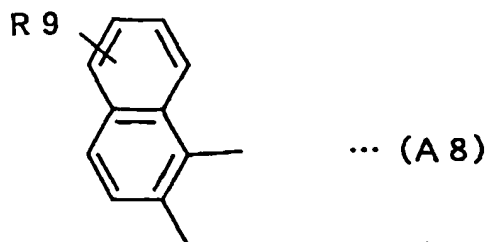


10

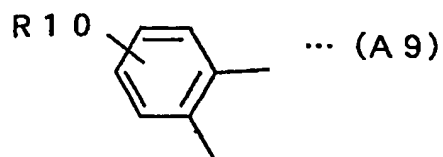
また、式（１）で表される化合物は、Aが下記式（A 8）で表される分子構造を有し、式（A 8）中のR 9は水素原子、ハロゲン原子または置換基であっても  
よい。

15

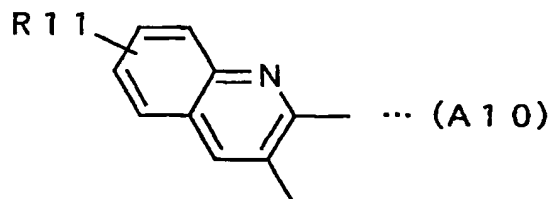




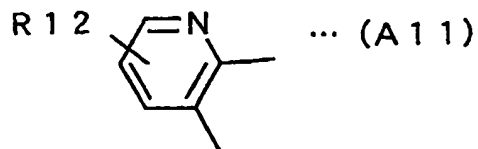
また、式（１）で表される化合物は、Ａが下記式（Ａ９）で表される分子構造を有し、式（Ａ９）中のＲ１０は水素原子、ハロゲン原子または置換基であって  
 5 もよい。



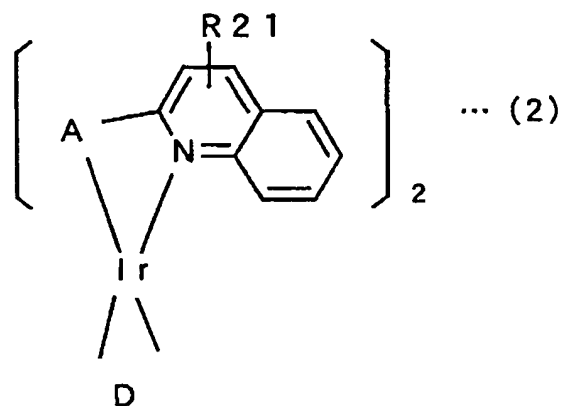
また、式（１）で表される化合物は、Ａが下記式（Ａ１０）で表される分子構造を有し、式（Ａ１０）中のＲ１１は水素原子、ハロゲン原子または置換基であ  
 10 ってもよい。



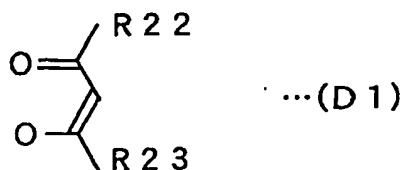
また、式（１）で表される化合物は、Ａが下記式（Ａ１１）で表される分子構造を有し、式（Ａ１１）中のＲ１２は水素原子、ハロゲン原子または置換基であ  
 15 ってもよい。



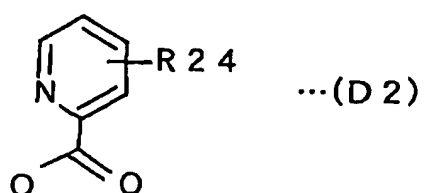
イリジウムとキノリン誘導体とから構成される化合物は、下記式(2)で表される分子構造を有し、式(2)中のR21は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、Aは置換基であり、Dは環状構造を形成する置換基であることが好ましい。



Dが下記式(D1)で表される分子構造を有し、式(D1)中のR22およびR23は同一または異なり、水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。

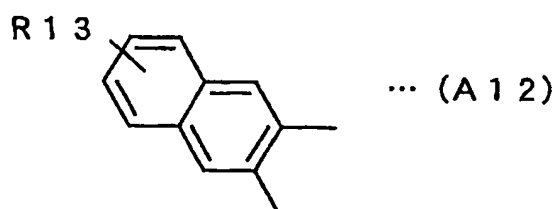


Dが下記式(D2)で表される分子構造を有し、式(D2)中のR24は水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。



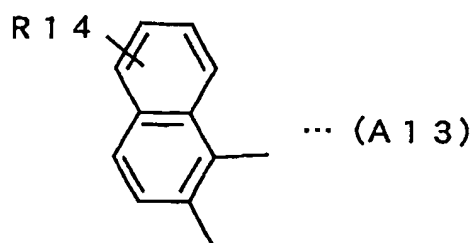
また、式 (2) で表される化合物は、Aが下記式 (A 1 2) で表される分子構造を有し、式 (A 1 2) 中の R 1 3 は水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。

5



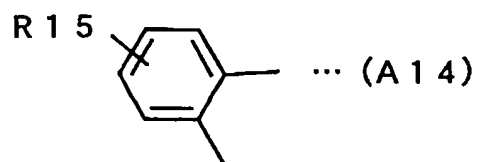
また、式 (2) で表される化合物は、Aが下記式 (A 1 3) で表される分子構造を有し、式 (A 1 3) 中の R 1 4 は水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。

10

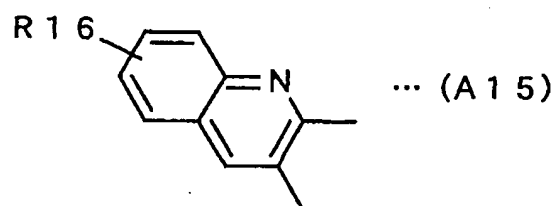


また、式 (2) で表される化合物は、Aが下記式 (A 1 4) で表される分子構造を有し、式 (A 1 4) 中の R 1 5 は水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。

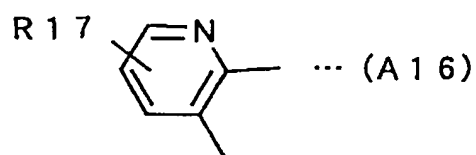
15



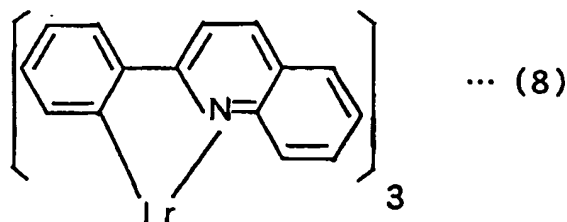
また、式（２）で表される化合物は、Ａが下記式（Ａ１５）で表される分子構造を有し、式（Ａ１５）中のＲ１６は水素原子、ハロゲン原子または置換基であ  
5 ってもよい。



また、式（２）で表される化合物は、Ａが下記式（Ａ１６）で表される分子構造を有し、式（Ａ１６）中のＲ１７は水素原子、ハロゲン原子または置換基であ  
10 ってもよい。

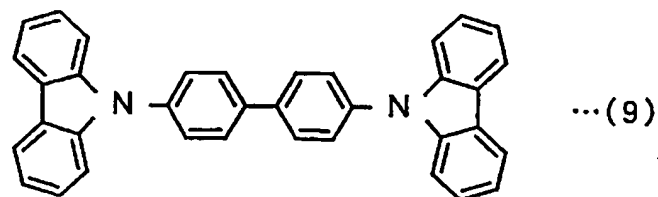


イリジウムとキノリン誘導体とから構成される化合物は下記式（８）で表される分子構造を有するトリス（２-フェニルキノリン）イリジウムであってもよい。  
15



発光層はホスト材料をさらに含み、イリジウムとキノリン誘導体とから構成される化合物の含有量はホスト材料に対して0.1重量%以上50重量%以下であってもよい。このように、発光層において、イリジウムとキノリン誘導体とから構成される化合物がドーパントとして添加される場合においても、高輝度な赤色～橙色光を高い発光効率で得ることが可能となる。

ホスト材料は、下記式(9)で表される分子構造を有する4,4'-ビス(カルバゾール-9-イル)ビフェニルであってもよい。

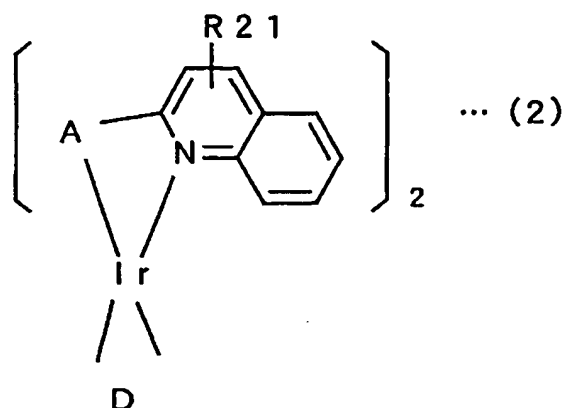


このようなホスト材料を用いることにより、高い発光効率かつ高輝度で赤色～橙色の光を得ることが可能となる。

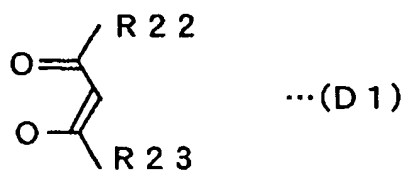
発光層と電子注入電極との間に発光層よりも大きなイオン化ポテンシャルを有するホール阻止層が設けられることが好ましい。このようなホール阻止層が設けられることにより、発光層とホール阻止層との間のエネルギー障壁が大きくなる。このため、正孔(ホール)が発光層から電子注入電極側へ注入されるのを防止することが可能となり、発光層において効率よく電子と正孔とを再結合させることが可能となる。それにより、有機EL素子の発光効率の向上を図ることが可能となる。

本発明の他の局面に従う発光材料は、下記式(2)で表される分子構造を有し、式(2)中のR21は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、Aは置換

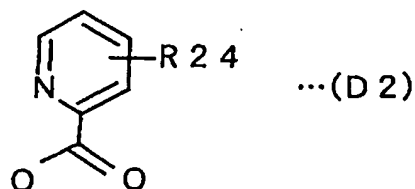
基であり、Dは環状構造を形成する置換基である。



Dは下記式 (D 1) で表される分子構造を有し、式 (D 1) 中の R 2 2 および  
 5 R 2 3 は同一または異なり、水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。



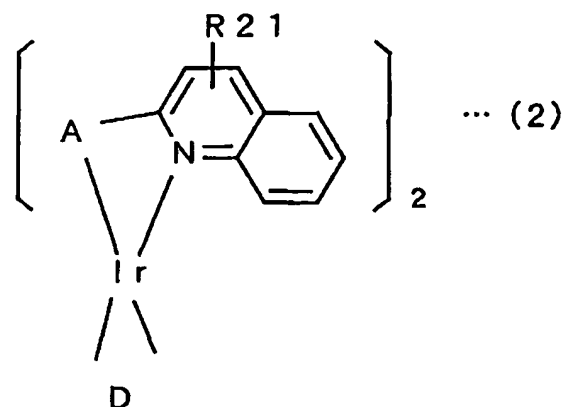
Dは下記式 (D 2) で表される分子構造を有し、式 (D 2) 中の R 2 4 は水素  
 10 原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。



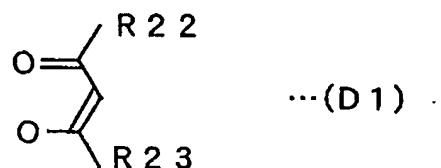
このような発光材料は、三重項励起状態を経由して発光することが可能な材料であるため、赤色～橙色発光することが可能となる。

本発明のさらに他の局面に従う有機化合物は、下記式 (2) で表される分子構

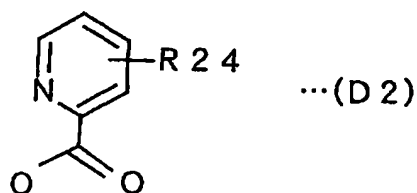
造を有し、式(2)中のR<sup>2</sup><sub>1</sub>は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、Aは置換基であり、Dは環状構造を形成する置換基である。



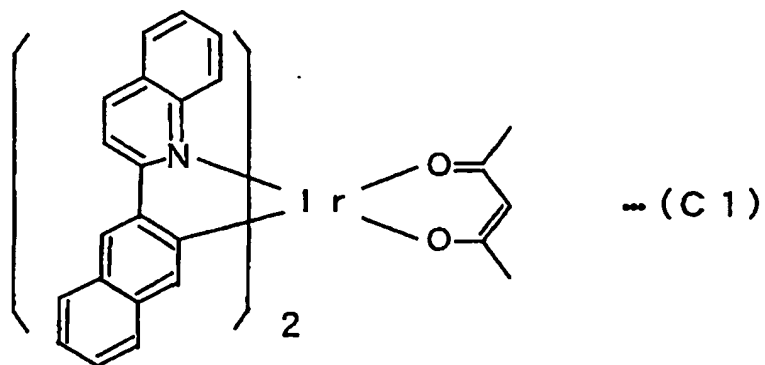
- 5 Dは下記式(D1)で表される分子構造を有し、式(D1)中のR<sup>2</sup><sub>2</sub>およびR<sup>2</sup><sub>3</sub>は同一または異なり、水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。



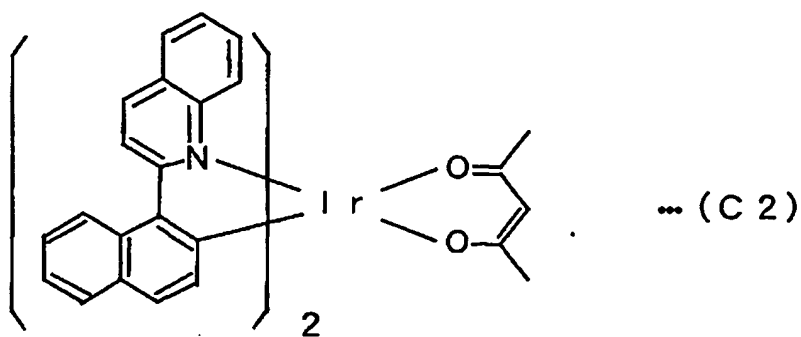
- 10 Dは下記式(D2)で表される分子構造を有し、式(D2)中のR<sup>2</sup><sub>4</sub>は水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。



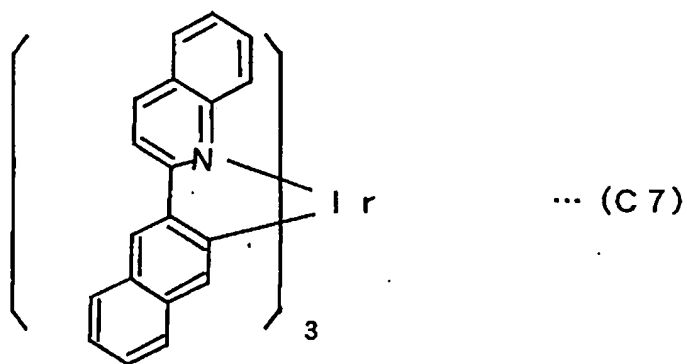
有機化合物は、下記式(C1)で表される分子構造を有してもよい。



有機化合物は、下記式 (C 2) で表される分子構造を有してもよい。

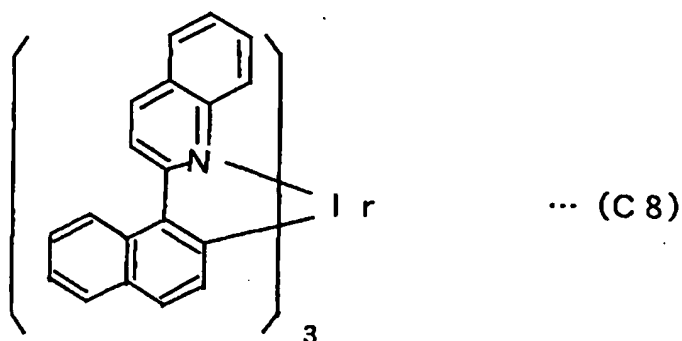


5 有機化合物は、下記式 (C 7) で表される分子構造を有してもよい。



有機化合物は、下記式 (C 8) で表される分子構造を有してもよい。





このような有機化合物は、三重項励起状態を経由して発光することが可能な材料であるため、赤色～橙色発光することが可能となる。

5

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の一実施例における有機 EL 素子の構造を示す模式図である。

図 2 は、実施例の有機 EL 素子における発光スペクトルを示す図である。

#### 10 発明を実施するための最良の形態

図 1 は、本発明の一実施の形態における有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機 EL 素子と称する）の構造を示す模式図である。

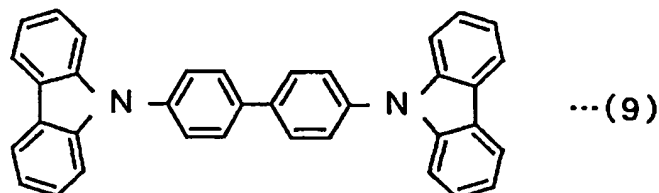
図 1 に示すように、有機 EL 素子 100 においては、ガラス基板 1 上に透明電極膜からなるホール注入電極（陽極）2 が形成されている。ホール注入電極 2 上には、有機材料からなるホール注入層 3、有機材料からなるホール輸送層 4 および有機材料からなる発光層 5 が順に形成されている。また、発光層 5 上には、有機材料からなるホール阻止層 6 が形成されており、ホール阻止層 6 上には電子注入電極（陰極）7 が形成されている。

発光層 5 は、キノリン誘導体と金属であるイリジウムとから構成される有機イリジウム化合物を含む。なお、発光層 5 は、それ自体がこのような有機イリジウム化合物から構成されてもよく、あるいは、発光ドーパントとしてこのような有機イリジウム化合物を含んでもよい。

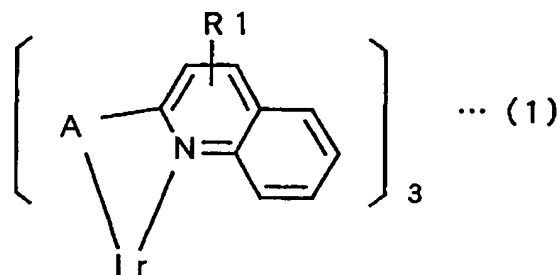
例えば、本実施例においては、後述のホスト材料に、発光ドーパントとして、

イリジウムおよびキノリン誘導体からなる有機イリジウム化合物が含まれている。この場合の有機イリジウム化合物の含有量は、ホスト材料に対して0.1重量%～50重量%であり、好ましくは1重量%～10重量%である。

5 5 4,4'-ビス(カルバゾール-9-イル)ビフェニル(4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl : 以下、CBPと称する)が用いられる。

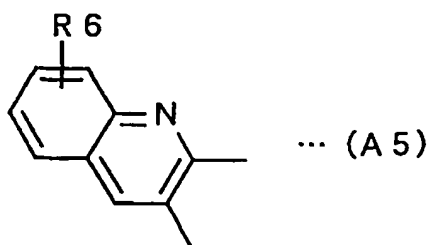
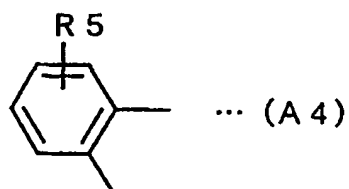
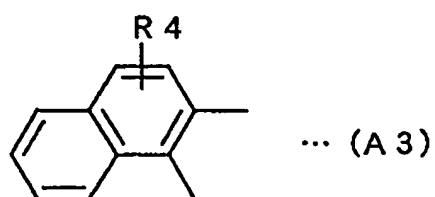
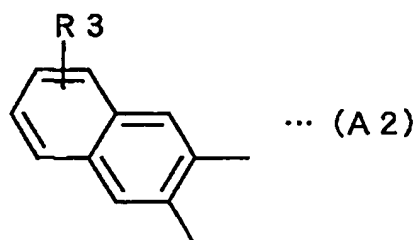
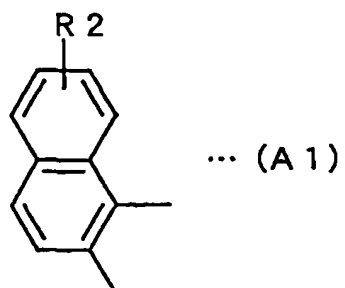


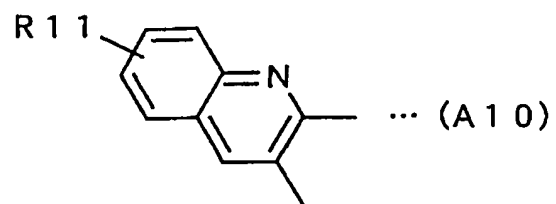
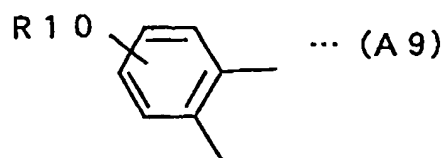
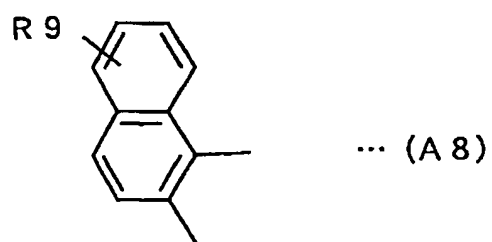
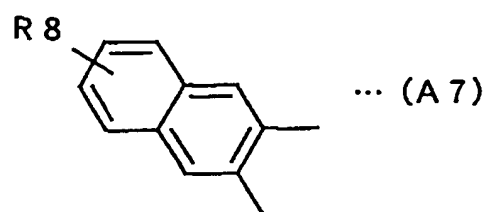
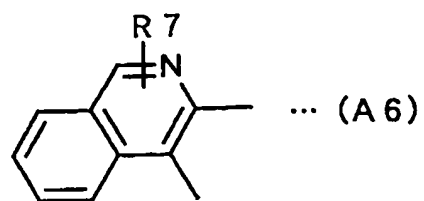
10 発光層5に含まれる上記の有機イリジウム化合物は、下記式(1)で表される分子構造を有することが好ましい。なお、式(1)中のR1は水素原子、ハロゲン原子または置換基を示しており、Aは後述の置換基を示す。

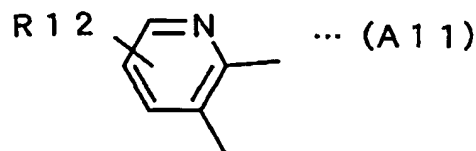


15 例えば、R1は $-C_nH_{2n+1}$  ( $n=10\sim10$ )、フェニル基、ナフチル基、 $-CN$ 、 $-N(C_nH_{2n+1})_2$  ( $n=1\sim10$ )、 $-COOC_nH_{2n+1}$  ( $n=1\sim10$ )、 $-F$ 、 $-Cl$ 、 $-Br$ 、 $-I$ 、 $-OCH_3$ 、 $-OC_2H_5$ 、等である。

また、上記式(1)中のAは、例えば下記式(A1)～(A11)で表される分子構造を有する置換基のいずれかであってもよい。



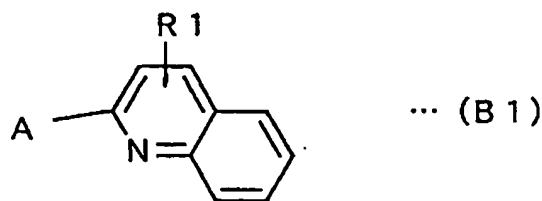




5      なお、式 (A 1) ~ (A 1 1) 中の R 2 ~ R 1 2 は水素原子、ハロゲン原子または置換基である。例えば、R 8 ~ R 1 2 は  $-C_n H_{2n+1}$  ( $n=0 \sim 10$ )、フェニル基、ナフチル基、 $-CN$ 、 $-N(C_n H_{2n+1})_2$  ( $n=1 \sim 10$ )、 $-COOC_n H_{2n+1}$  ( $n=1 \sim 10$ )、 $-F$ 、 $-Cl$ 、 $-Br$ 、 $-I$ 、 $-OCH_3$ 、 $-OC_2H_5$ 、等である。

10      このようにイリジウムとキノリン誘導体とから構成され上記式 (1) で表される構造を有する有機イリジウム化合物は、三重項励起状態を経由して赤色～橙色の蛍光を発することが可能である。

15      上記式 (1) で表される有機イリジウム化合物は、下記式 (B 1) で表される分子構造を有するキノリン誘導体とイリジウム化合物とを反応させ、イリジウムにキノリン誘導体を配位またはキレートさせることにより製造される。この場合、イリジウム化合物 1 mol に対してキノリン誘導体を 3 mol 以上反応させる。イリジウム化合物としては、トリス (アセチルアセトナト) イリジウム ( $Ir(acac)_3$ )、または塩化イリジウム等を使用することができる。ここで、「acac」は、「acetylacetone」の略である。



20      ところで、量子力学的考察によると、電子と正孔との結合により生じる励起状態全体のうち、およそ 4 分の 3 の比率で電子スピンの平行な三重項励起状態が生成し、およそ 4 分の 1 の比率で電子スピンの逆平行でスピン量子数の和が 0 とな

る一重項励起状態が生成すると考えられている。

これら2種類の励起状態のうち、一重項励起状態にある電子が基底状態へ遷移することによる発光は蛍光と呼ばれる。蛍光はスピン許容であり、容易に起こる。このため、蛍光は、有機EL素子等の発光現象において広く利用される。

- 5 一方、三重項励起状態にある電子が基底状態へ遷移することによる発光は燐光と呼ばれる。燐光はスピン禁制であり、パウリの排他原理によれば、同一の電子軌道（この場合は基底状態に相当する）に電子スピンの平行な2つの電子が存在することはあり得ない。したがって、三重項励起状態にある電子が基底状態へ遷移して発光するためには、遷移する電子の電子スピンの何らかの摂動を受けて反転する必要がある。しかしながら、有機EL素子に通常用いられる発光物質の大部分では、電子スピンの反転は困難である。したがって、燐光は、通常の物質では液体窒素温度以下のごく低温領域でのみ観測される特殊な現象として知られている。

- 15 例えば、従来の赤色発光有機EL素子の発光材料として用いられる前述のDCM系材料は、一重項励起状態を経由して赤色の蛍光を発するものであり、この材料においては、励起状態全体のうちおよそ4分の3を占める三重項励起状態を有効に利用することができない。したがって、このようなDCM系の赤色発光材料からなる発光層を有する有機EL素子においては、発光効率の向上を図ることが困難である。

- 20 これに対して、前述のように、本実施例の有機EL素子100においては、発光層5が赤色～橙色の発光材料として上記式(1)で表される構造を有する有機イリジウム化合物を含むため、発光層5においては三重項励起状態を経由して赤色～橙色の燐光を発することが可能である。このように、この場合においては、励起状態全体のうちおよそ4分の3を示す三重項励起状態を有効に利用することが可能となる。それにより、有機EL素子100においては、高い輝度の赤色～  
25 橙色光を高い発光効率で得ることが可能となる。

ところで、M. A. Bald et al., Applied Physics Letters, Vol. 75, No. 1, p4(1999)においては、上記式(1)で表される分子構造を有する有機イリジウム化合物と類似の構造を有する有機イリジウム化合物が開示されている。しかしながら

、ここで開示された有機イリジウム化合物は、フェニルピリジンとイリジウムとを組み合わせた化合物であり、それゆえ、本実施例のようにキノリン誘導体とイリジウムとを組み合わせた化合物に比べて $\pi$ 共役電子系が短い。したがって、この文献で開示されたフェニルピリジンとイリジウムとからなる有機イリジウム化

5 合物の発光色は緑色となる。

一方、本実施例においては、キノリン誘導体とイリジウムとを組み合わせた有機イリジウム化合物を用いているため、フェニルピリジンとイリジウムからなる上記の化合物に比べて $\pi$ 共役電子系を延長させることが可能となる。したがって、本実施例においては、赤色～橙色の領域にスペクトルを移行させることが可能

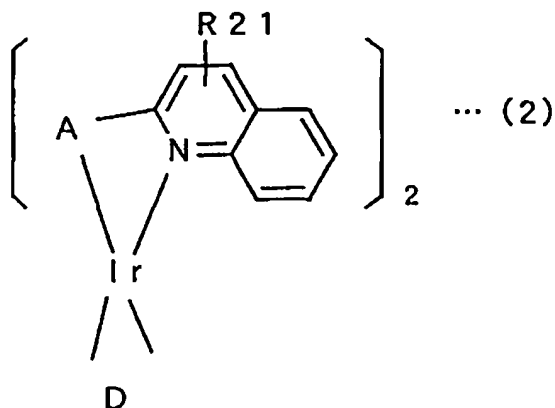
10 となり、赤色～橙色発光が可能な有機EL素子の実現可能となる。

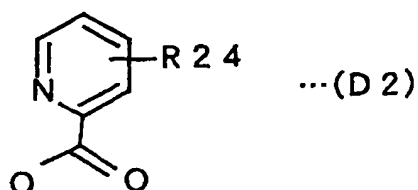
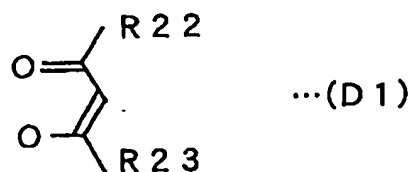
発光層5に含まれる上記の有機イリジウム化合物は、下記式(2)で表される分子構造を有することが好ましい。なお、式(2)中の $R_{21}$ は水素原子、ハロゲン原子または置換基を示しており、Aは後述の置換基を示し、Dは環状構造を形成する後述の置換基を示す。

15

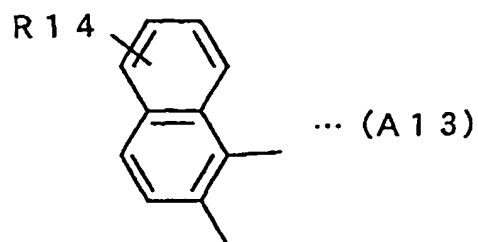
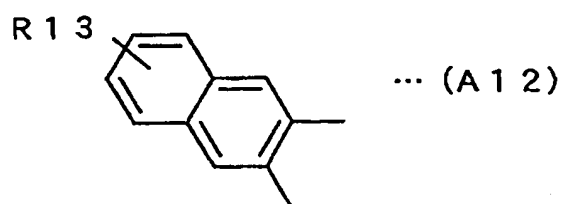
例えば、 $R_{21}$ は $-C_nH_{2n+1}$  ( $n=10\sim10$ )、フェニル基、ナフチル基、 $-CN$ 、 $-N(C_nH_{2n+1})_2$  ( $n=1\sim10$ )、 $-COOC_nH_{2n+1}$  ( $n=1\sim10$ )、 $-F$ 、 $-Cl$ 、 $-Br$ 、 $-I$ 、 $-OCH_3$ 、 $-OC_2H_5$ 、等である。

20 また、上記式(2)中のDは、例えば下記式(D1)または(D2)で表される分子構造を有する置換基であってもよい。

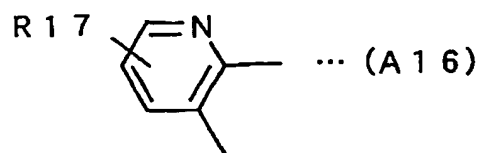
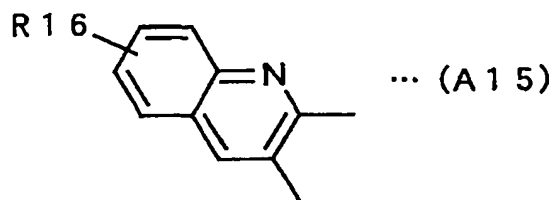
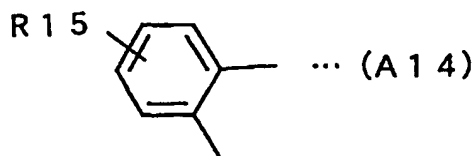




- 5    なお、式 (D1) , (D2) 中の  $R_{22} \sim R_{24}$  は水素原子、ハロゲン原子または置換基である。例えば、 $R_{22} \sim R_{24}$  は  $-C_n H_{2n+1}$  ( $n=0 \sim 10$ )、フェニル基、ナフチル基、フリル基、シエニル基、 $-N(C_n H_{2n+1})_2$  ( $n=1 \sim 10$ )、 $-COOC_n H_{2n+1}$  ( $n=1 \sim 10$ )、 $-F$ 、 $-Cl$ 、 $-Br$ 、 $-I$ 、 $-CF_3$  等である。
- 10    また、上記式 (2) 中の A は、例えば下記式 (A12) ~ (A16) で表される分子構造を有する置換基のいずれかであってもよい。







5

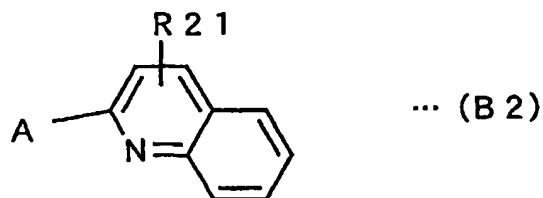
なお、式 (A 1 2) ~ (A 1 6) 中の R 1 3 ~ R 1 7 は水素原子、ハロゲン原子または置換基である。例えば、R 1 3 ~ R 1 7 は  $-C_n H_{2n+1}$  ( $n=1 \sim 10$ )、フェニル基、ナフチル基、 $-CN$ 、 $-N(C_n H_{2n+1})_2$  ( $n=1 \sim 10$ )、 $-COOC_n H_{2n+1}$  ( $n=1 \sim 10$ )、 $-F$ 、 $-Cl$ 、 $-Br$ 、 $-I$ 、 $-OCH_3$ 、 $-OC_2 H_5$ 、等である。

このようにイリジウムとキノリン誘導体とから構成され上記式 (2) で表される構造を有する有機イリジウム化合物は、三重項励起状態を経由して赤色～橙色の蛍光を発することが可能である。

上記式 (2) で表される有機イリジウム化合物は、下記式 (B 2) で表される分子構造を有するキノリン誘導体とイリジウム化合物と上記式 (D 1) または (D 2) で表される D に対応する化合物とを反応させ、イリジウムにキノリン誘導体および D を配位またはキレートさせることにより製造される。この場合、イリジウム化合物 1 mol に対してキノリン誘導体を 1.5 ~ 2.5 mol および D

に対応する化合物を0.5～1.5mol反応させる。イリジウム化合物としては、トリス（アセチルアセトナト）イリジウム（ $\text{Ir}(\text{acac})_3$ ）、または塩化イリジウム等を使用することができる。ここで、「acac」は、「acetylacetone」の略である。

5



なお、本発明に係る有機EL素子の構造は、上記の構造に限定されず、種々の構造を用いることができる。例えば、ホール注入電極2と電子注入電極7との間に発光層および電子輸送層の2層のみを設けた構造であってもよい。また、ホール注入電極2と電子注入電極7との間にホール輸送層、発光層、ホール阻止層および電子輸送層が順に積層された構造であってもよい。

なお、有機EL素子においては、発光層と電子注入電極との間に、発光層よりも大きなイオン化ポテンシャルを有するホール阻止層を設けることが好ましい。このようなホール阻止層を設けることにより、発光層とホール阻止層との間のエネルギー障壁を大きくすることが可能となる。それにより、正孔（ホール）が発光層から電子注入電極側の層（例えば電子輸送層や電子注入層）に注入されるのを防止することが可能となり、発光層において効率よく正孔と電子とを再結合させることが可能となる。その結果、有機EL素子において発光効率の向上を図ることが可能となる。

上記の有機EL素子100においては、ホール注入電極2と電子注入電極7との間に電圧を印加することにより、有機EL素子100の発光層5が赤色～橙色発光し、ガラス基板1の裏面から光が出射される。

（実施例）

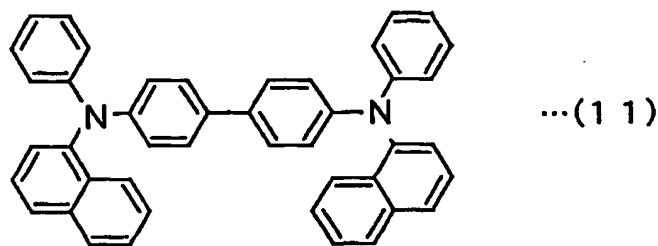
以下、実施例1～3および比較例の有機EL素子を作製し、この素子の発光特性を測定した。

## 〔実施例 1〕

実施例 1 においては、ガラス基板上にホール注入電極（陽極）、ホール輸送層、発光層、ホール阻止層、電子輸送層および電子注入電極（陰極）が順に積層されてなる有機 EL 素子を用いた。

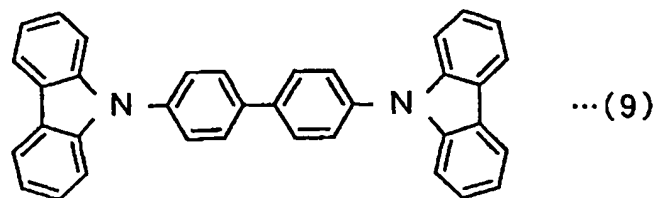
- 5 この場合、有機 EL 素子のホール注入電極は、厚み 1000 Å のインジウムスズ酸化物（ITO）からなる。また、ホール輸送層は、厚み 500 Å を有し、下記式（11）で表される分子構造を有する N, N'-ジ(ナフタレン-1-イル)-N, N'-ジフェニル-ベンジジン（N, N'-Di(naphthalen-1-yl)-N, N'-diphenyl-benzidine : 以下、NPB と称する）からなる。

10

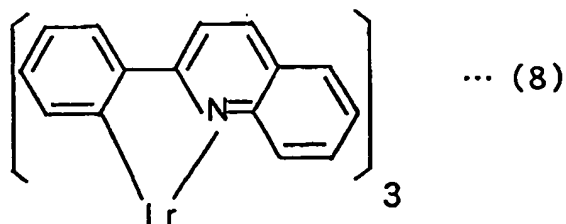


- 発光層 5 は、厚み 200 Å を有し、ホスト材料として下記式（9）で表される分子構造を有する CBP を含みかつ赤色～橙色発光ドーパントとして下記式（8）で表される分子構造を有するトリス(2-フェニルキノリン)イリジウム(tris(2-phenylquinoline)iridium : 以下、Ir(Phq)<sub>3</sub> と称する）を含む。この Ir(Phq)<sub>3</sub> は三重項励起状態を経由して赤色～橙色発光することが可能である。

15



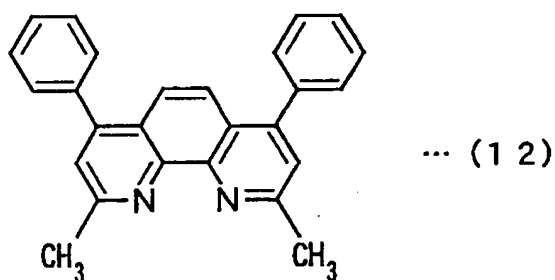
20



5    10    15    20    25    30    35    40    45    50    55    60    65    70    75    80    85    90    95    100

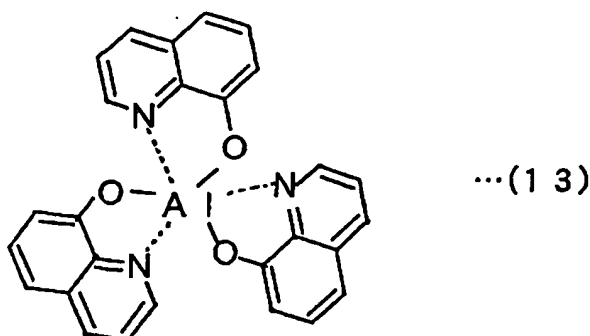
なお、この場合、発光層 5 は、 $\text{Ir}(\text{Phq})_3$  をホスト材料である CBP に対して 6.5 重量%含む。また、この場合においては、ホスト材料である CBP のイオン化ポテンシャルは 5.9 eV である。

ホール阻止層は、厚み 100 Å を有し、下記式 (12) で表される分子構造を有するバソクプロイン (Bathocuproine: 以下、BCP と称する) から構成される。このような BCP から構成されるホール阻止層のイオン化ポテンシャルは 6.2 eV であり、発光層のホスト材料である CBP に比べて大きなイオン化ポテンシャルを有する。



15    20    25    30    35    40    45    50    55    60    65    70    75    80    85    90    95    100

また、電子輸送層は、厚み 150 Å を有し、下記式 (13) で表される分子構造を有するトリス(8-ヒドロキシキノリナト)アルミニウム (以下、Alq と称する) から構成される。このような Alq から構成される電子輸送層のイオン化ポテンシャルは 5.5 eV である。



ここで、上記のようにイオン化ポテンシャルの大きなホール阻止層が発光層と電子輸送層との間に形成された本例の有機EL素子においては、発光層とホール阻止層との間のエネルギー障壁が大きくなる。このため、正孔（ホール）が発光層から電子輸送層に注入されるのを防止することが可能となる。それにより、発光層において効率よく正孔と電子との再結合を行うことが可能となる。その結果、有機EL素子において、発光効率の向上を図ることが可能となる。

また、電子注入電極は、厚み2000ÅのMgIn合金（比率10：1）からなる。

上記のような構造を有する有機EL素子は、以下のようにして作製した。

まず、ガラス基板上にインジウムスズ酸化物（ITO）からなるホール注入電極を形成した。次に、ホール注入電極が形成されたガラス基板を、中性洗剤により洗浄した後、アセトン中で10分間およびエタノール中で10分間超音波洗浄した。さらに、オゾンクリーナにてガラス基板の表面の洗浄を行った。

この後、上記ITOからなるホール注入電極上に、真空蒸着法によりホール輸送層、発光層、ホール阻止層、電子輸送層および電子注入電極を順に積層した。これらの蒸着は、いずれも真空度 $1 \times 10^{-6}$ Torrで基板温度の制御を行わずに常温の条件下で行った。

上記の方法により作製した有機EL素子のホール注入電極に正のバイアス電圧を印加するとともに電子注入電極に負のバイアス電圧を印加し、この素子の発光特性の測定を行った。

上記のようにして有機EL素子の発光特性の測定を行った結果、この有機EL

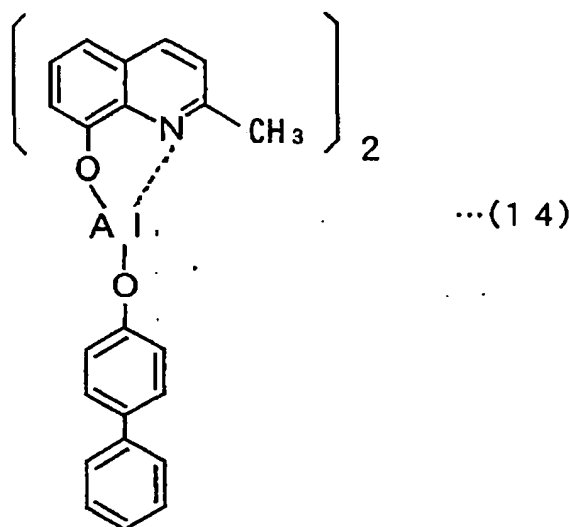
素子においては、波長 586 nm にピークを有する良好な橙色光が得られた。ここで得られた橙色光は、CIE (Commission International d'Eclairage) 色度座標において  $x = 0.53$  および  $y = 0.46$  であった。なお、この場合、 $x$  は CIE 色度座標の横軸であり、 $y$  は CIE 色度座標の縦軸である。

- 5 また、この場合、有機 EL 素子の最高輝度は  $34,200 \text{ cd/m}^2$  であり、この時の発光効率 は  $15.7 \text{ cd/A}$  であった。

#### [実施例 2]

- 実施例 2 においては、以下の点を除いて、実施例 1 の有機 EL 素子と同様の構造を有する有機 EL 素子を用いた。なお、実施例 2 の有機 EL 素子は、実施例 1  
10 の有機 EL 素子の製造方法と同様の方法により作製した。

- 実施例 2 の有機 EL 素子においては、ホール阻止層が下記式 (14) で表される分子構造を有する ((1,1'-ビスフェニル)-4-オラト)(2-メチル-8-キノリノラ  
ト-N1,08)アルミニウム (((1,1'-Bisphenyl)-4-Olato)(2-methyl-8-quinolinola  
te-N1,08)Aluminium:以下、BA1q と称する) からなる。このような BA1q  
15 から構成されるホール阻止層は厚みが  $100 \text{ \AA}$  であり、イオン化ポテンシャルは  $5.6 \text{ eV}$  である。



- ここで、このように大きなイオン化ポテンシャルを有するホール阻止層が発光  
20 層と電子輸送層との間に形成された本例の有機 EL 素子においては、発光層とホ

ール阻止層との間のエネルギー障壁が大きくなるため、正孔（ホール）が発光層から電子輸送層に注入されるのを防止することが可能となる。それにより、発光層において効率よく正孔と電子との再結合を行うことが可能となる。その結果、有機EL素子において、発光効率の向上を図ることが可能となる。

- 5 上記の有機EL素子について、実施例1の場合と同様の方法により、発光特性の測定を行った。その結果、この有機EL素子においては、波長583nmにピークを有する良好な橙色光が得られた。なお、ここで得られた橙色光は、CIE色度座標において $x=0.53$ および $y=0.46$ であった。また、この場合、有機EL素子の最高輝度は38,700cd/m<sup>2</sup>であり、この時の発光効率は14.4cd/Aであった。

#### [実施例3]

- 実施例3においては、発光層がホスト材料を含まず厚み200ÅのIr(Phq)<sub>3</sub>の単層のみから構成される点を除いて、実施例1の有機EL素子と同様の構造を有する有機EL素子を用いた。なお、実施例3の有機EL素子は、実施例1の有機EL素子の製造方法と同様の方法により作製した。

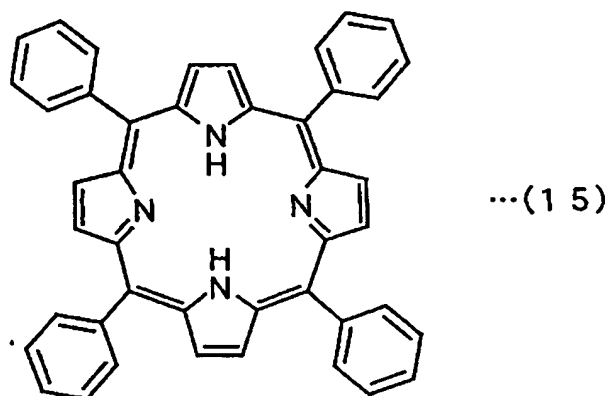
- ここで、本例の有機EL素子においては、発光層と電子輸送層との間にイオン化ポテンシャルの大きなホール阻止層が形成されているため、発光層とホール阻止層との間のエネルギー障壁が大きくなる。このため、正孔（ホール）が発光層から電子輸送層に注入されるのを防止することが可能となる。それにより、発光層において効率よく正孔と電子との再結合を行うことが可能となる。その結果、有機EL素子において、発光効率の向上を図ることが可能となる。

- 上記の有機EL素子について、実施例1の場合と同様の方法により、発光特性の測定を行った。その結果、この有機EL素子においては、波長598nmにピークを有する良好な橙色光が得られた。なお、ここで得られた橙色光は、CIE色度座標において $x=0.57$ および $y=0.43$ であった。また、この場合の有機EL素子の最高輝度は15,560cd/m<sup>2</sup>であり、この時の発光効率は0.2cd/Aであった。

#### [比較例]

比較例においては、発光層の赤色～橙色発光ドーパントとして、Ir(Phq

)<sub>3</sub>の代わりに下記式(15)で表される構造を有する5, 10, 15, 20-テトラフェ  
 ニル-21H, 23H-ポルフィン(5, 10, 15, 20-Tetraphenyl-21H, 23H-porphine: 以下  
 、TPPと称する)を用いた点を除いて、実施例1と同様の構造を有する有機E  
 L素子を用いた。このような比較例の有機EL素子は、実施例1の有機ELと同  
 5 様の方法により作製した。なお、発光層中に赤色～橙色発光ドーパントとして含  
 まれるTPPは、一重項励起状態を経由して赤色～橙色発光する物質である。



上記の有機EL素子について、実施例1の場合と同様の方法により、発光特性  
 10 の測定を行った。その結果、この有機EL素子においては、波長645nmにピ  
 ークを有する赤色発光が得られた。なお、ここで得られた赤色光は、CIE色度  
 座標において $x = 0.65$ および $y = 0.35$ であった。また、この場合の最高  
 輝度は $100 \text{ cd/m}^2$ であり、この時の発光効率は $0.1 \text{ cd/A}$ であった。

以上のように、上記の実施例1～3および比較例から、発光層の赤色～橙色発  
 15 光ドーパントとして三重項励起材料であるIr(Phq)<sub>3</sub>を用いることにより  
 、有機EL素子において高輝度な赤色～橙色発光を良好な発光効率で実現するこ  
 とが可能であることが分かった。

また、実施例1, 2と実施例3とを比較してわかるように、発光層がホストと  
 してBCPまたはBA1qを含む場合においては、発光層がIr(Phq)<sub>3</sub>の  
 20 みから構成される場合と比較して輝度および発光効率の向上がさらに図られる。

#### [実施例4～13]

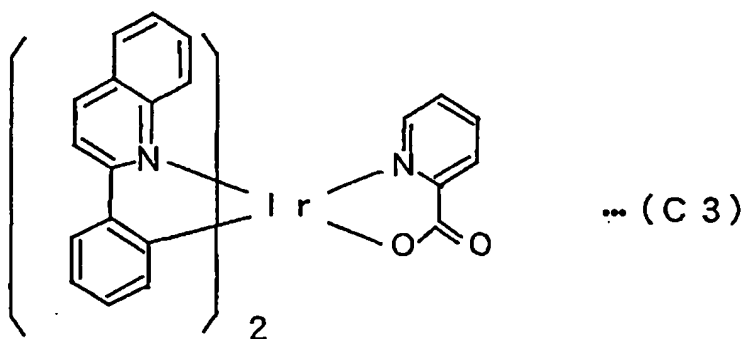
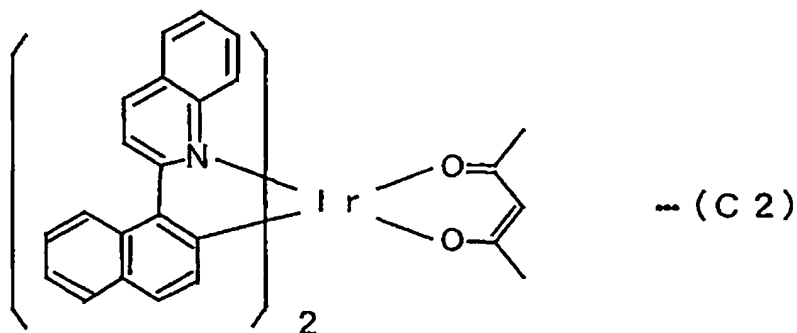
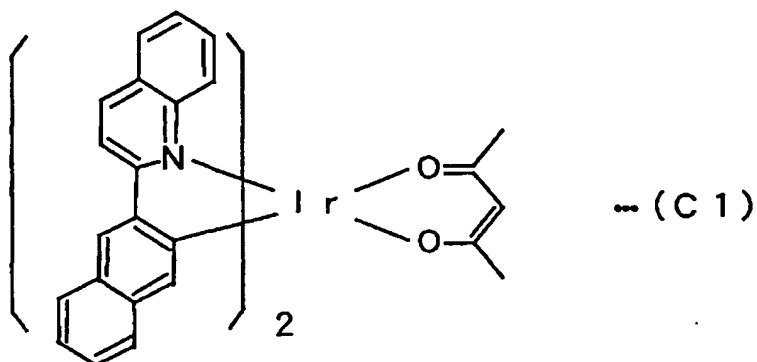
実施例4～13においては、発光層のドーパントを除いて、実施例1の有機E

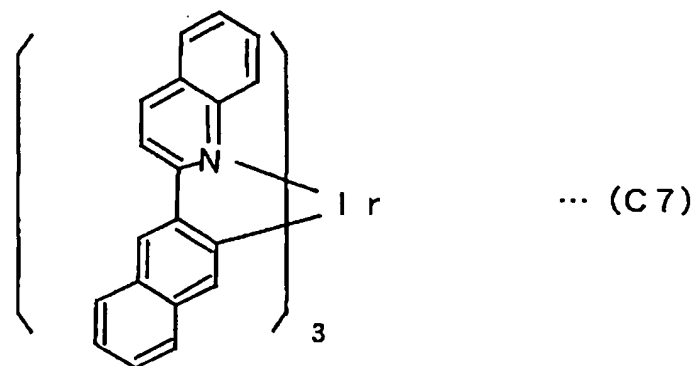
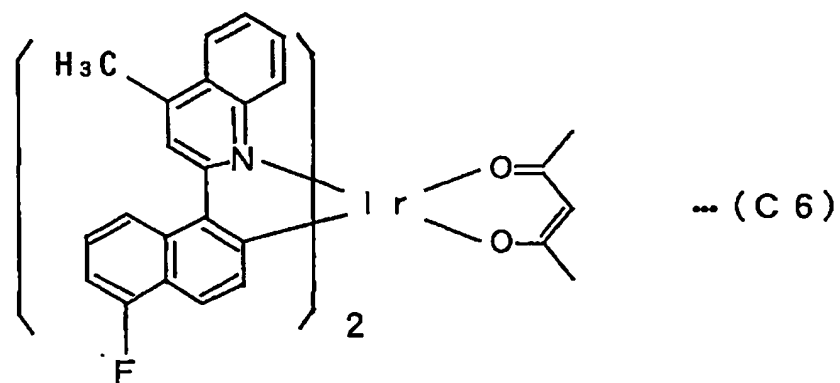
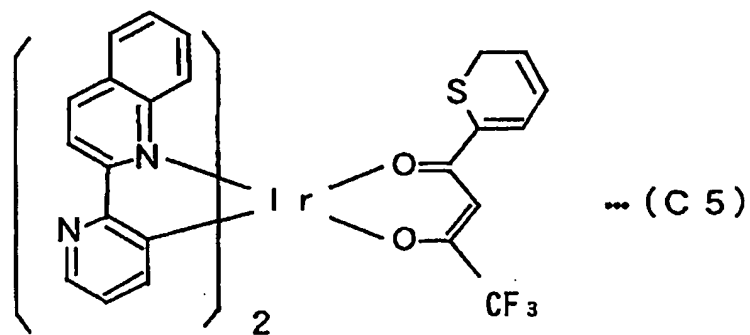
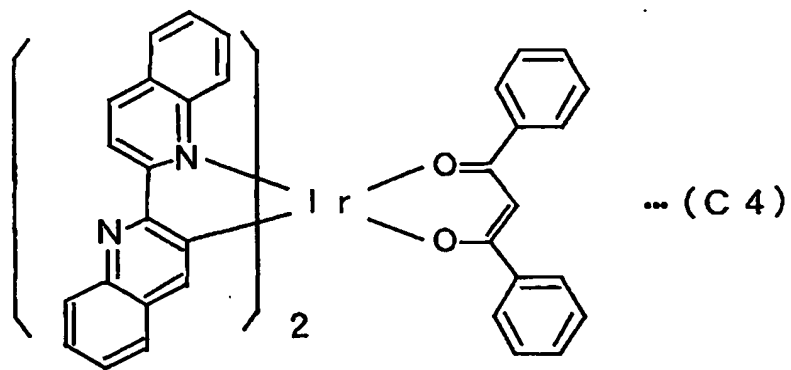


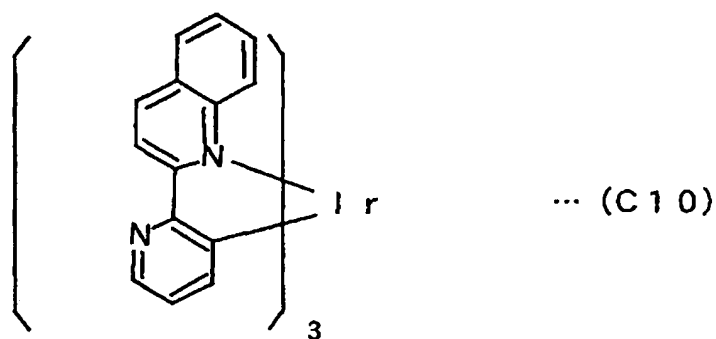
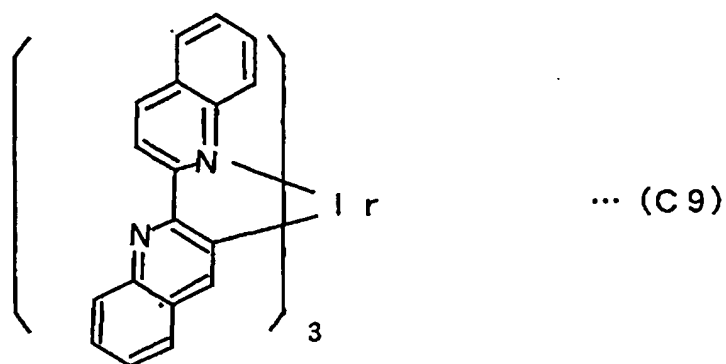
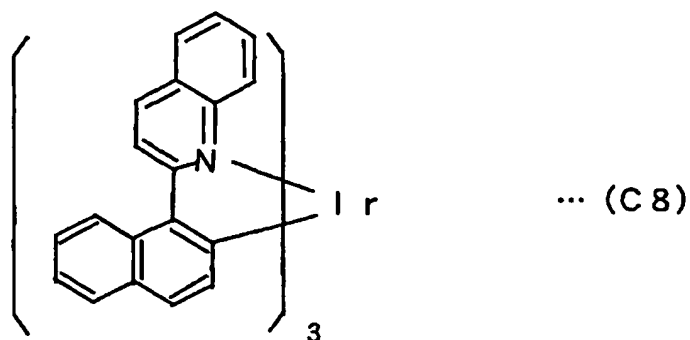
L素子と同様の構造を有する有機EL素子を用いた。なお、実施例4～13の有機EL素子は、実施例1の有機EL素子の製造方法と同様の方法により作製した。

実施例4～13の有機EL素子の発光層のドーパントとしては、それぞれ下記

5 式(C1)～(C10)で表される分子構造を有する化合物1～10を用いた。







- 5 上記の有機EL素子について、実施例1の場合と同様の方法により、発光特性の測定を行った。図2に、実施例11の有機EL素子の発光スペクトルを代表的に示す。図2に示すように、実施例11の有機EL素子においては、波長630nmにピークを有する発光スペクトルが得られた。

実施例4～13の有機EL素子の材料および発光特性の測定結果を表1に示す

【表 1】

	陽極	ホール 輸送層	発光層	ホール 阻止層	電子 輸送層	陰極	最高輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	発光効率 (cd/A)	発光 波長 (nm)	色度座標 (x,y)
実施例4	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物1(ドーパント)	BCP	Alq	MgIn	12,300	5.4	625	0.64,0.35
実施例5	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物2(ドーパント)	BCP	Alq	MgIn	15,800	5.6	629	0.65,0.34
実施例6	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物3(ドーパント)	BCP	Alq	MgIn	29,500	14.2	590	0.56,0.43
実施例7	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物4(ドーパント)	BCP	Alq	MgIn	11,000	4.8	623	0.64,0.35
実施例8	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物5(ドーパント)	BCP	Alq	MgIn	21,000	11.4	583	0.53,0.46
実施例9	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物6(ドーパント)	BCP	Alq	MgIn	11,200	4.8	630	0.65,0.34
実施例10	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物7(ドーパント)	BCP	Alq	MgIn	11,000	4.7	625	0.64,0.35
実施例11	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物8(ドーパント)	BCP	Alq	MgIn	11,000	4.7	630	0.65,0.34
実施例12	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物9(ドーパント)	BCP	Alq	MgIn	10,000	4.3	623	0.64,0.35
実施例13	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物10(ドーパント)	BCP	Alq	MgIn	23,000	12.3	585	0.53,0.46
実施例14	ITO	NPB	CBP(ホスト)+13%化合物3(ドーパント)	BCP	Alq	MgIn	43,000	18.2	602	0.58,0.42
実施例15	ITO	NPB	CBP(ホスト)+20%化合物3(ドーパント)	BCP	Alq	MgIn	17,000	8	605	0.58,0.42
実施例16	ITO	NPB	CBP(ホスト)+3%化合物3(ドーパント)	BCP	Alq	MgIn	20,100	10.2	574	0.53,0.46

表1の結果から、発光層の赤色～橙色発光ドーパントとして三重項励起材料である化合物1～10を用いることにより、有機EL素子において高輝度な赤色～橙色発光を良好な発光効率を実現することが可能であることが分かった。

#### 【実施例14～16】

実施例14～16においては、発光層のドーパントとして上記の化合物3を用いた点を除いて、実施例1の有機EL素子と同様の構造を有する有機EL素子を用いた。実施例14～16の有機EL素子において、ドーパントである化合物3の濃度をそれぞれ13%、20%および3%とした。なお、実施例14～16の有機EL素子は、実施例1の有機EL素子の製造方法と同様の方法により作製した。

上記の有機EL素子について、実施例1の場合と同様の方法により、発光特性の測定を行った。実施例14～16の有機EL素子の材料および発光特性の測定結果を上記の表1に示す。

実施例14によると、ドーパントである化合物3の濃度が13%の場合に最高輝度が43,000 cd/m<sup>2</sup>であり、この時の発光効率が18.2 cd/Aと

なった。実施例 6 によると、ドーパントである化合物 3 の濃度が 6.5 % の場合に最高輝度が 29,500 cd/m<sup>2</sup> であり、この時の発光効率が 14.2 cd/A となった。実施例 16 によると、ドーパントである化合物 3 の濃度が 3 % の場合に最高輝度が 20,100 cd/m<sup>2</sup> であり、この時の発光効率が 10.2 cd/A となった。実施例 15 によると、ドーパントである化合物 3 の濃度が 20 % の場合に最高輝度が 17,000 cd/m<sup>2</sup> であり、この時の発光効率が 8 cd/A となった。実施例 6, 14 ~ 16 の結果から、化合物 3 の濃度が 3 % ~ 20 % の範囲で良好な発光効率を実現することが可能であることが分かった。

#### [実施例 17]

- 10 実施例 17 では、有機イリジウム化合物を発光層のホスト材料として用いた。実施例 17 においては、発光層がホスト材料として Ir(Phq)<sub>3</sub> を含み、発光層が発光ドーパントとして上記式 (C8) で表される化合物 8 を 6.5 重量% 含む点を除いて、実施例 1 の有機 EL 素子と同様の構造を有する有機 EL 素子を用いた。なお、実施例 17 の有機 EL 素子は、実施例 1 の有機 EL 素子の製造方法と同様の方法により作製した。

上記の有機 EL 素子について、実施例 1 の場合と同様の方法により、発光特性の測定を行った。その結果、この有機 EL 素子においては、波長 621 nm にピークを有する赤色発光が得られた。なお、ここで得られた赤色光は、CIE 色度座標において x = 0.63 および y = 0.36 であった。また、この場合の最高輝度は 9800 cd/m<sup>2</sup> であり、この時の発光効率は 4.1 cd/A であった。

以上のように、上記の実施例 17 から、発光層のホスト材料として三重項励起材料である Ir(Phq)<sub>3</sub> を用いることにより、有機 EL 素子において高輝度な赤色 ~ 橙色発光を良好な発光効率で実現することが可能であることが分かった。

#### [実施例 18]

実施例 18 では、有機イリジウム化合物をホール輸送材料として用いた。実施例 18 においては、ガラス基板上に ITO からなるホール注入電極、Ir(Phq)<sub>3</sub> からなる 30 nm のホール輸送層、Alq からなる 50 nm の発光層およ

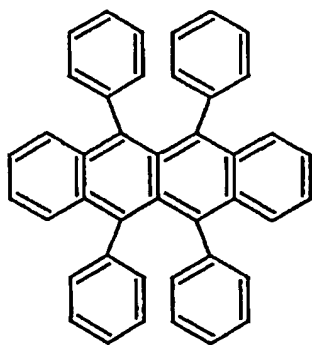
びMgIn合金からなる電子注入電極が順に積層されてなる有機EL素子を用いた。

上記の有機EL素子について、実施例1の場合と同様の方法により、発光特性の測定を行った。その結果、この有機EL素子においては、波長530nmにピークを有する緑色発光が得られた。なお、ここで得られた緑色光は、CIE色度座標において $x = 0.37$ および $y = 0.52$ であった。また、この場合の最高輝度は $3100 \text{ cd/m}^2$ であり、この時の発光効率 $1.5 \text{ cd/A}$ であった。

以上のように、上記の実施例18から、ホール輸送材料として三重項励起材料であるIr(Phq)<sub>3</sub>を用いることにより、有機EL素子において高輝度な緑色発光を良好な発光効率で実現することが可能であることが分かった。

#### [実施例19]

実施例19では、有機イリジウム化合物を電子輸送材料として用いた。実施例19においては、ガラス基板上にITOからなるホール注入電極、50nmの発光層、Ir(Phq)<sub>3</sub>からなる30nmの電子輸送層およびMgIn合金からなる電子注入電極が順に積層されてなる有機EL素子を用いた。発光層は、ホスト材料としてNPBを含み、発光ドーパントとして下記式(16)により表される分子構造を有するルブレンを5重量%含む。



... (16)

上記の有機EL素子について、実施例1の場合と同様の方法により、発光特性の測定を行った。その結果、この有機EL素子においては、波長560nmにピークを有する黄色発光が得られた。なお、ここで得られた黄色光は、CIE色度

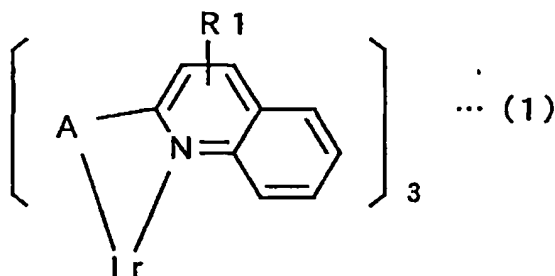
座標において  $x = 0.47$  および  $y = 0.51$  であった。また、この場合の最高輝度は  $2800 \text{ cd/m}^2$  であり、この時の発光効率は  $1.3 \text{ cd/A}$  であった。

5 以上のように、上記の実施例 19 から、電子輸送材料として三重項励起材料である  $\text{Ir(Phq)}_3$  を用いることにより、有機 EL 素子において高輝度な黄色発光を良好な発光効率で実現することが可能であることが分かった。

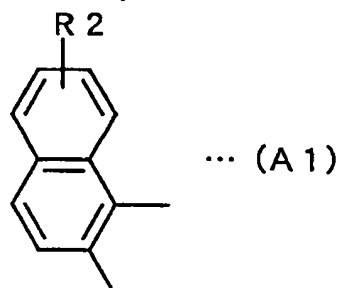
## 請 求 の 範 囲

1. ホール注入電極と電子注入電極との間に発光層を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記発光層は、イリジウムとキノリン誘導体とから構成される化合物を含む、有機エレクトロルミネッセンス素子。

2. 前記イリジウムとキノリン誘導体とから構成される化合物は、下記式（1）で表される分子構造を有し、式（1）中のR 1は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、Aは置換基である、請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。



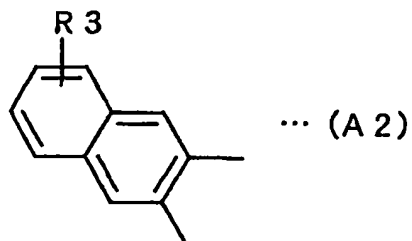
3. 前記Aが下記式（A 1）で表される分子構造を有し、式（A 1）中のR 2は水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項2記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。



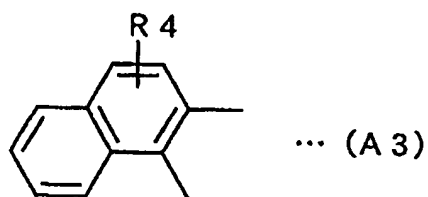
4. 前記Aが下記式（A 2）で表される分子構造を有し、式（A 2）中のR 3は水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項2記載の有機エレクトロル



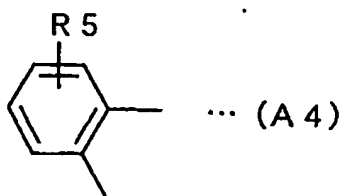
ミネッセンス素子。



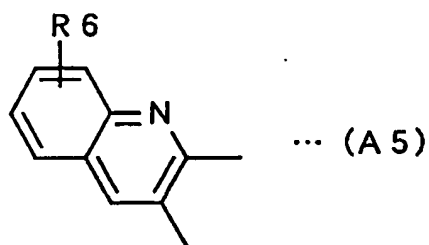
- 5 5. 前記Aが下記式 (A 3) で表される分子構造を有し、式 (A 3) 中の R 4 は水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項 2 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。



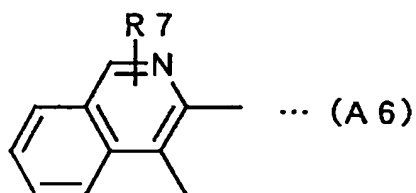
6. 前記Aが下記式 (A 4) で表される分子構造を有し、式 (A 4) 中の R 5 は水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項 2 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。



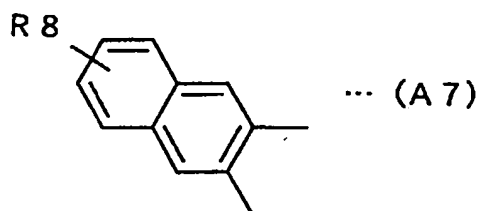
7. 前記Aが下記式 (A 5) で表される分子構造を有し、式 (A 5) 中の R 6 は水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項 2 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。



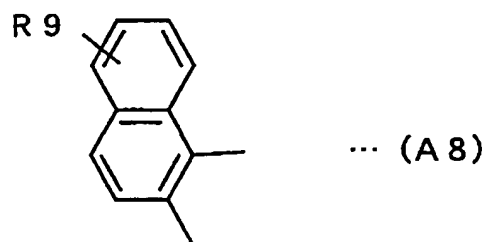
8. 前記Aが下記式 (A 6) で表される分子構造を有し、式 (A 6) 中の R 7 は水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項 2 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。



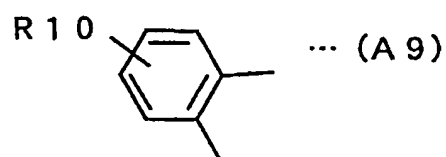
5 9. 前記Aが下記式 (A 7) で表される分子構造を有し、式 (A 7) 中の R 8 は水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項 2 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。



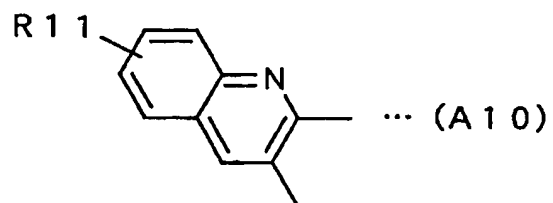
10 10. 前記Aが下記式 (A 8) で表される分子構造を有し、式 (A 8) 中の R 9 は水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項 2 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。



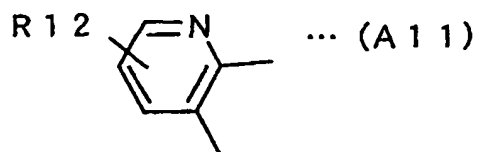
- 1 1. 前記Aが下記式 (A 9) で表される分子構造を有し、式 (A 9) 中の R 1  
0 は水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項 2 記載の有機エレクト  
5 ロルミネッセンス素子。



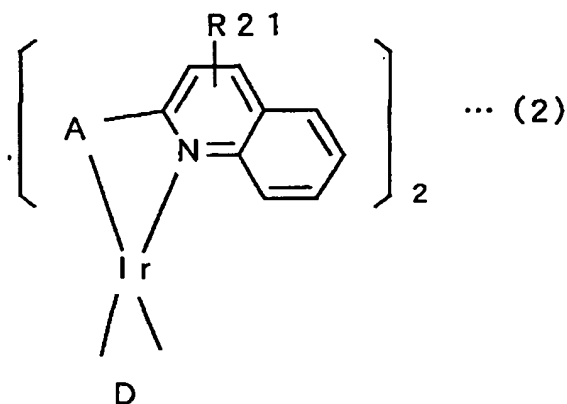
- 1 2. 前記Aが下記式 (A 1 0) で表される分子構造を有し、式 (A 1 0) 中の  
R 1 1 は水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項 2 記載の有機エレ  
10 クトルミネッセンス素子。



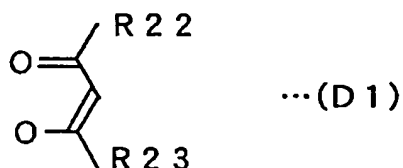
- 1 3. 前記Aが下記式 (A 1 1) で表される分子構造を有し、式 (A 1 1) 中の  
R 1 2 は水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項 2 記載の有機エレ  
15 クトルミネッセンス素子。



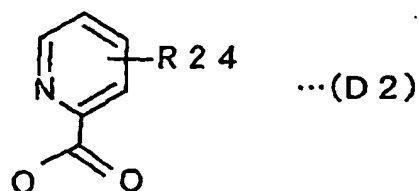
1 4. 前記イリジウムとキノリン誘導体とから構成される化合物は、下記式（2）  
 ）で表される分子構造を有し、式（2）中のR 2 1は水素原子、ハロゲン原子ま  
 5 たは置換基であり、Aは置換基であり、Dは環状構造を形成する置換基である、  
 請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。



1 5. 前記Dが下記式（D 1）で表される分子構造を有し、式（D 1）中のR 2  
 10 2およびR 2 3は同一または異なり、水素原子、ハロゲン原子または置換基であ  
 る、請求項1 4記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

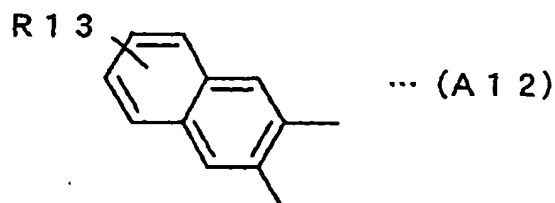


1 6. 前記Dが下記式（D 2）で表される分子構造を有し、式（D 2）中のR 2  
 15 4は水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項1 4記載の有機エレクト  
 ートルミネッセンス素子。



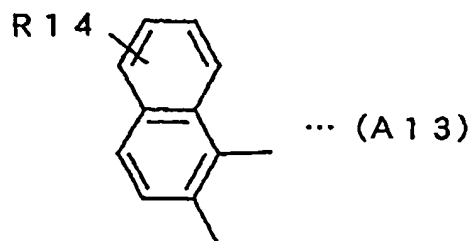
17. 前記Aが下記式 (A 1 2) で表される分子構造を有し、式 (A 1 2) 中の R 1 3 は水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項 1 6 記載の有機エ

5 レクトロルミネッセンス素子。



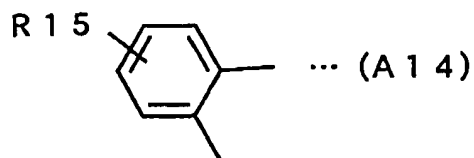
18. 前記Aが下記式 (A 1 3) で表される分子構造を有し、式 (A 1 3) 中の R 1 4 は水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項 1 6 記載の有機エ

10 レクトロルミネッセンス素子。

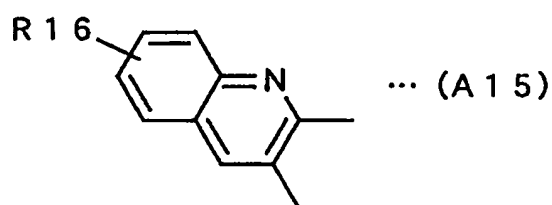


19. 前記Aが下記式 (A 1 4) で表される分子構造を有し、式 (A 1 4) 中の R 1 5 は水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項 1 6 記載の有機エ

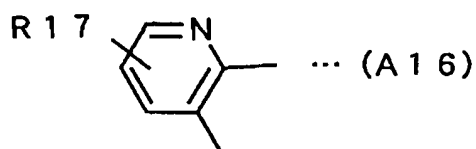
15 レクトロルミネッセンス素子。



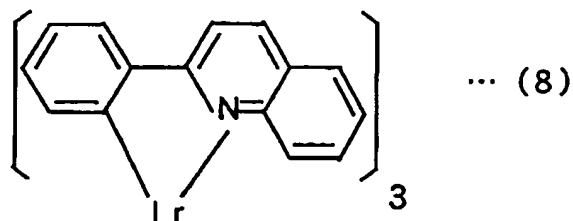
20. 前記Aが下記式（A 1 5）で表される分子構造を有し、式（A 1 5）中の  
R 1 6 は水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項 1 6 記載の有機エ  
5 レクトロルミネッセンス素子。



21. 前記Aが下記式（A 1 6）で表される分子構造を有し、式（A 1 6）中の  
R 1 7 は水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項 1 6 記載の有機エ  
10 レクトロルミネッセンス素子。



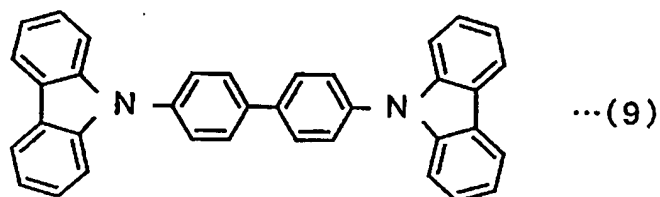
22. 前記イリジウムとキノリン誘導体とから構成される化合物は下記式（8）  
で表される分子構造を有するトリス（2-フェニルキノリン）イリジウムである、  
15 請求項 1 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。



23. 前記発光層はホスト材料をさらに含み、前記イリジウムとキノリン誘導体  
 とから構成される化合物の含有量は前記ホスト材料に対して0.1重量%以上5  
 5 0重量%以下である、請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

24. 前記ホスト材料は、下記式(9)で表される分子構造を有する4,4'-ビス(カルバゾール-9-イル)ビフェニルである、請求項24記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

10

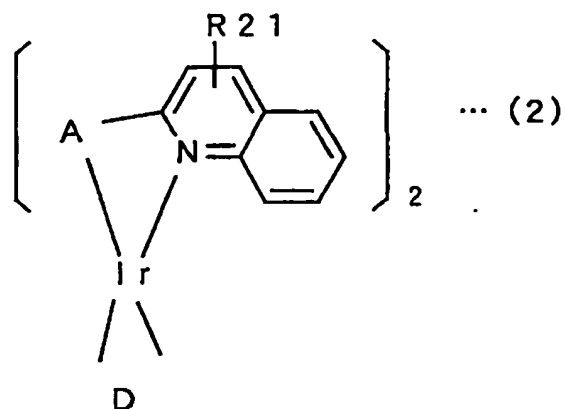


25. 前記発光層と前記電子注入電極との間に設けられ、前記発光層よりも大きなイオン化ポテンシャルを有するホール阻止層をさらに備える、請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

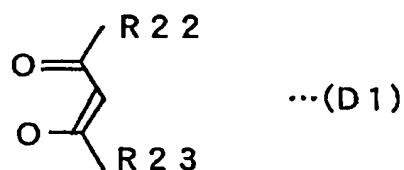
15

26. 下記式(2)で表される分子構造を有し、式(2)中のR21は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、Aは置換基であり、Dは環状構造を形成する置換基である、発光材料。

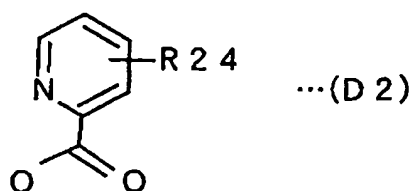
20



27. 前記Dは下記式 (D1) で表される分子構造を有し、式 (D1) 中のR<sup>2</sup><sub>2</sub>およびR<sup>2</sup><sub>3</sub>は同一または異なり、水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項26記載の発光材料。

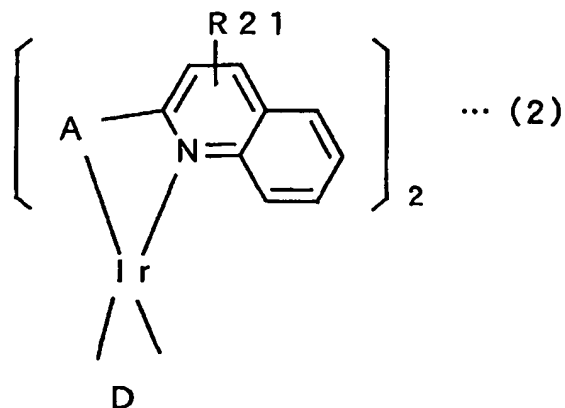


28. 前記Dは下記式 (D2) で表される分子構造を有し、式 (D2) 中のR<sup>2</sup><sub>4</sub>は水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項26記載の発光材料。

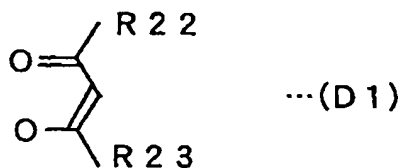


29. 下記式 (2) で表される分子構造を有し、式 (2) 中のR<sup>2</sup><sub>1</sub>は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、Aは置換基であり、Dは環状構造を形成する置換基である、有機化合物。

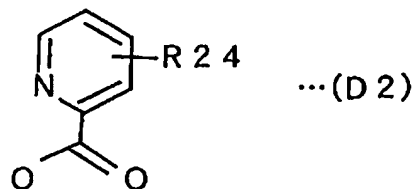




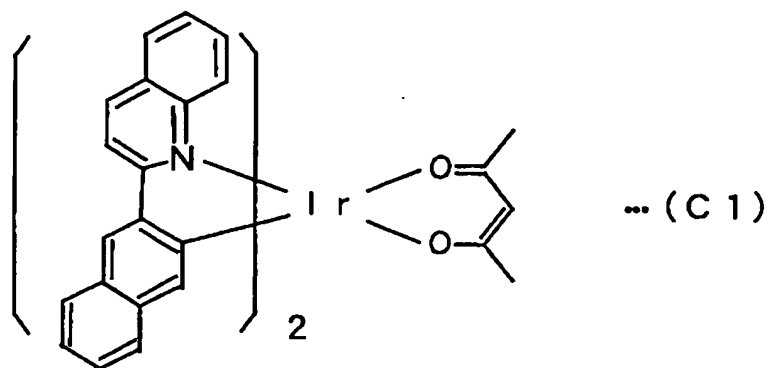
30. 前記Dは下記式 (D 1) で表される分子構造を有し、式 (D 1) 中の R 2  
2およびR 2 3は同一または異なり、水素原子、ハロゲン原子または置換基であ  
5 る、請求項 2 9 記載の有機化合物。



31. 前記Dは下記式 (D 2) で表される分子構造を有し、式 (D 2) 中の R 2  
4は水素原子、ハロゲン原子または置換基である、請求項 2 9 記載の有機化合物  
10 。

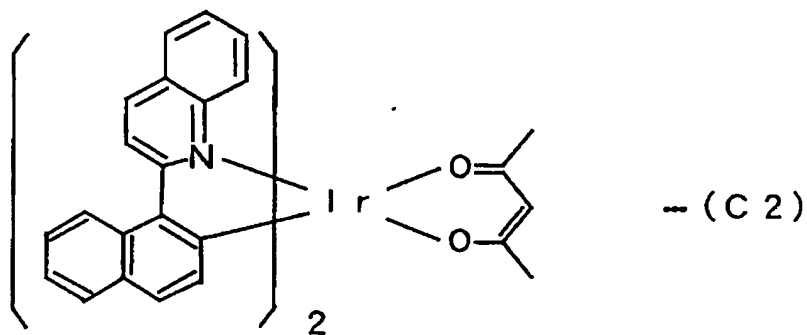


32. 下記式 (C 1) で表される分子構造を有する、有機化合物。

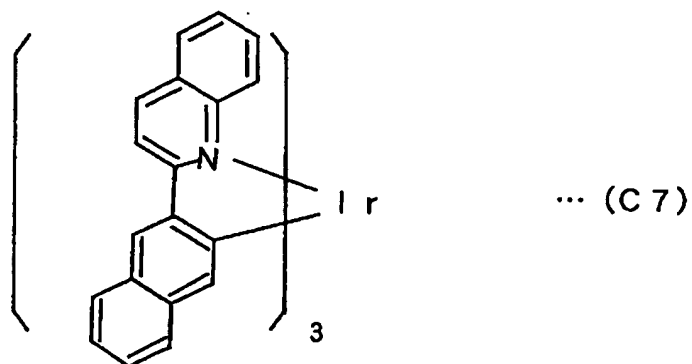


3 3. 下記式 (C 2) で表される分子構造を有する、有機化合物。

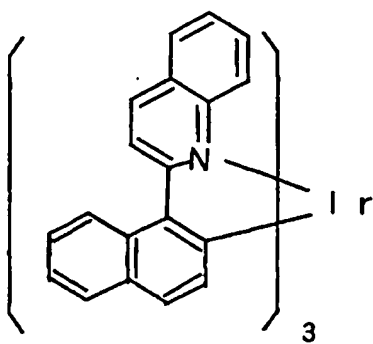
5



3 4. 下記式 (C 7) で表される分子構造を有する、有機化合物。



10 3 5. 下記式 (C 8) で表される分子構造を有する、有機化合物。



... (C 8)

Fig. 1

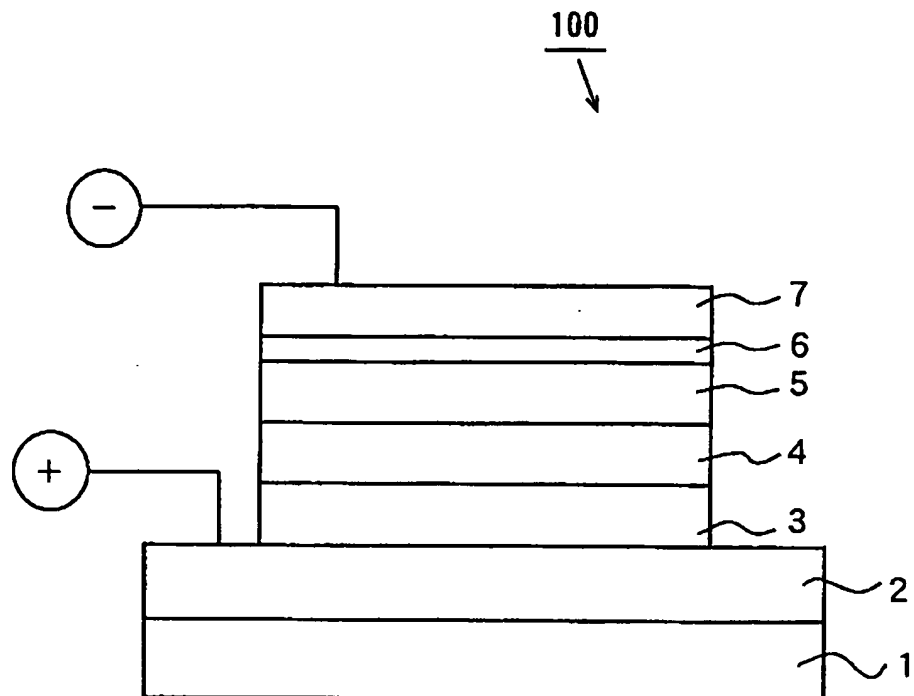
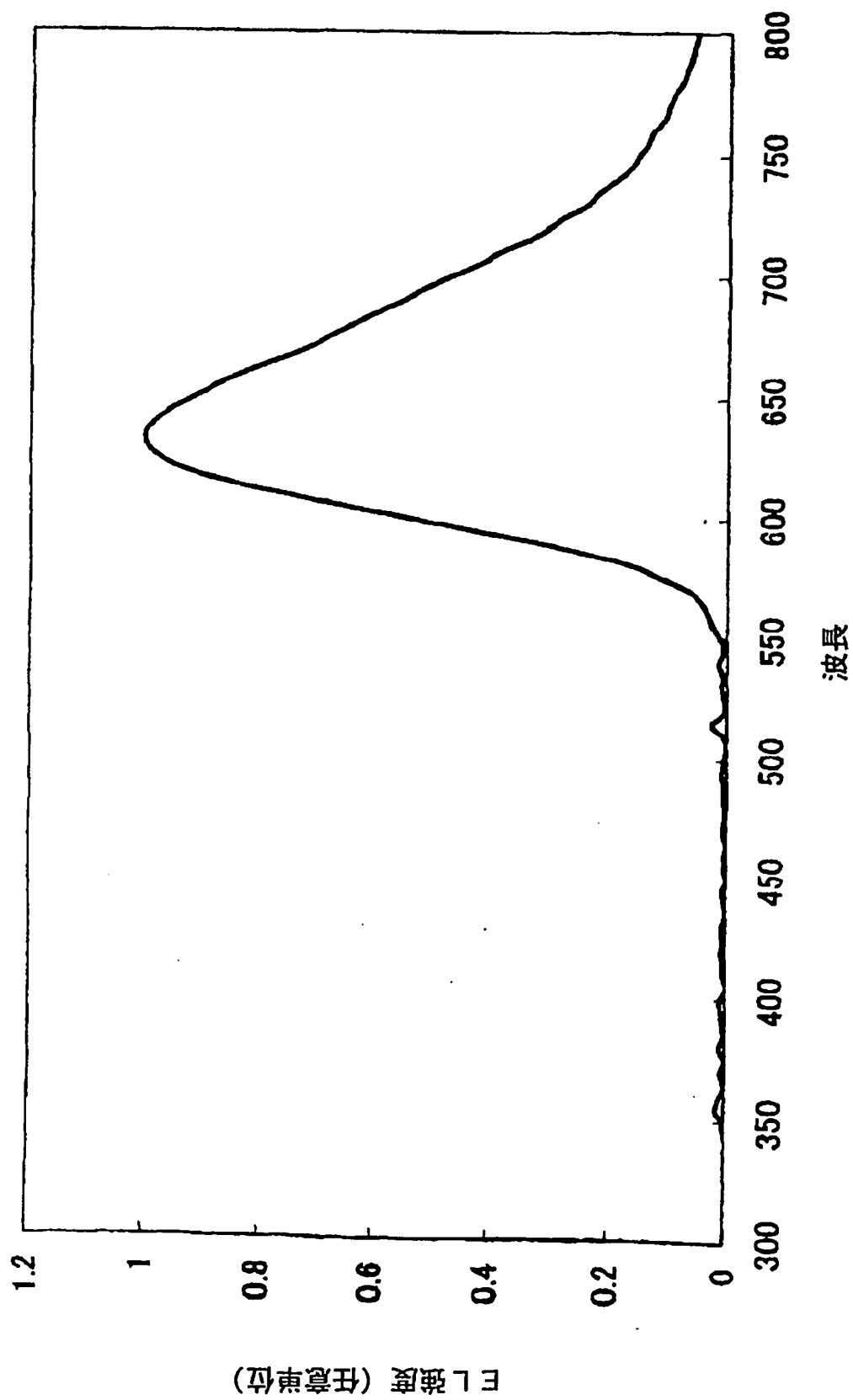


Fig. 2



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/01162

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> C09K11/06, H05B33/14, C07F15/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> C09K11/06, H05B33/14, C07F15/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CA (STN), REGISTRY (STN)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	JP 2001-345183 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 14 December, 2001 (14.12.01), Claims (Family: none)	1-35
A	M.A. BALDO et al., Very high-efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphore- scence., Applied Physics Letters, July 1999, Vol.75, No.1, pages 4 to 6	1-35

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
08 April, 2002 (08.04.02)Date of mailing of the international search report  
23 April, 2002 (23.04.02)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C09K11/06, H05B33/14, C07F15/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C09K11/06, H05B33/14, C07F15/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

CA (STN)、REGISTRY (STN)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, X	JP 2001-345183 A(富士写真フイルム株式会社)2001.12.14、特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-35
A	M. A. BALDO et al., Very high-efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphorescence., Applied Physics Letters, July 1999, Vol. 75, No. 1, pages 4 - 6	1-35

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

- の日の後に公表された文献  
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.04.02

国際調査報告の発送日

23.04.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

渡辺 陽子

4 V

9 2 7 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3483